

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002157

International filing date: 14 February 2005 (14.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-057529
Filing date: 02 March 2004 (02.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 07 April 2005 (07.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

17.02.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 3 月 2 日
Date of Application:

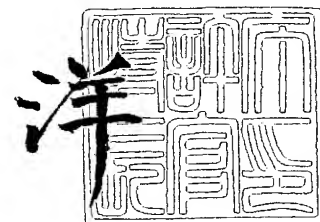
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 5 7 5 2 9
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 0 5 7 5 2 9]

出 願 人 三 洋 電 機 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 5 年 3 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 KGA1040027
【提出日】 平成16年 3月 2日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H03L 7/095
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内
 【氏名】 木村 修治
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内
 【氏名】 橋爪 崇
【特許出願人】
 【識別番号】 000001889
 【氏名又は名称】 三洋電機株式会社
【代理人】
 【識別番号】 110000176
 【氏名又は名称】 一色国際特許業務法人
 【代表者】 一色 健輔
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 211868
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0313192

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

P L L 回路の位相比較器から供給される位相差信号に基づいて前記 P L L 回路がロック状態であるか否かを検出するロック検出回路において、

前記位相差信号が前記位相差の発生を示さない場合には一方のレベルを有するとともに、前記位相差の発生を示す場合には他方のレベルを有した制御信号を出力する第 1 の回路と、

前記制御信号をラッチする第 2 の回路と、

前記ラッチされた制御信号が前記一方のレベルを所定の第 1 の期間示す場合、前記 P L L 回路がロック状態であることを示すロック検出信号を所定の第 2 の期間出力する第 3 の回路と、

を有することを特徴とするロック検出回路。

【請求項 2】

前記第 3 の回路は、

前記ラッチされた制御信号が前記一方のレベルを連続して示す期間を計測し、

前記計測した期間が前記第 1 の期間を超える場合に前記ロック検出信号を出力すること

を特徴とする請求項 1 に記載のロック検出回路。

【請求項 3】

前記第 2 の期間を、前記ラッチされた制御信号が前記一方のレベルを示す期間とすること、を特徴とする請求項 1 に記載のロック検出回路。

【請求項 4】

前記第 3 の回路は、

前記第 2 の回路において前記ラッチの際に用いられる第 1 のクロック信号とは位相を反転させた第 2 のクロック信号に基づいて、前記計測を行うこと、

を特徴とする請求項 2 に記載のロック検出回路。

【請求項 5】

前記第 1 及び前記第 2 のクロック信号を、同一のクロック源から生成されたクロック信号としたこと、を特徴とする請求項 4 に記載のロック検出回路。

【請求項 6】

前記第 3 の回路は、

所定の判定期間内において、前記ラッチされた制御信号が前記一方のレベルを示す期間が、前記ラッチされた制御信号が前記他方のレベルを示す期間を超える場合に、前記ロック検出信号を出力すること、

を特徴とする請求項 1 に記載のロック検出回路。

【請求項 7】

前記第 3 の回路は、

所定の判定期間内において、前記ラッチされた制御信号が前記一方のレベルを示す期間が、前記判定期間よりも短く設定した前記第 1 の期間を超える場合に、前記ロック検出信号を出力すること、

を特徴とする請求項 1 に記載のロック検出回路。

【請求項 8】

P L L 回路の位相比較器から供給される位相差信号に基づいて前記 P L L 回路がロック状態であるか否かをロック検出回路が検出する方法であって、

前記位相差信号が前記位相差の発生を示さない場合には一方のレベルを有するとともに、前記位相差の発生を示す場合には他方のレベルを有した制御信号を生成し、

前記制御信号をラッチし、

前記ラッチされた制御信号が前記一方のレベルを所定の第 1 の期間示す場合、前記 P L L 回路がロック状態であることを示すロック検出信号を所定の第 2 の期間出力すること、

を特徴とするロック検出方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ロック検出回路、ロック検出方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、PLLのロック検出回路、PLLのロック検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

図6は、PLL回路を含めた従来のロック検出回路600の構成を示す図である（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

まず、PLL回路は、基準分周器510、電圧制御発振器（以下、VCO）520、比較分周器530、位相比較器540、チャージポンプ550、ローパスフィルタ（以下、LPF）560と、を有する。

【0004】

基準分周器510は、所定の発振回路において生成された発振クロック信号を分周して、位相比較器540に基準信号 f_r を供給するための分周器である。VCO520は、印加電圧に応じて発振周波数が制御されるものである。VCO520の発振出力 f_o は、通常、PLL回路が組み込まれた電子機器のシステムクロックとして用いられる。

【0005】

比較分周器530は、VCO520の発振出力 f_o を分周して、位相比較器540に比較信号 f_v を供給するための分周器である。なお、比較分周器530の分周数は、VCO520の発振出力 f_o として要求される発振周波数に応じて設定される。

【0006】

位相比較器540は、基準信号 f_r と比較信号 f_v の位相を比較する。位相比較器540は、基準信号 f_r の位相が比較信号 f_v の位相より進んでいるとき、その位相差に応じた位相差信号 Φ_r をチャージポンプ550に供給する。反対に、基準信号 f_r の位相が比較信号 f_v の位相より遅れているとき、その位相差に応じた位相差信号 Φ_v をチャージポンプ550に供給する。

【0007】

チャージポンプ550は、位相差信号 Φ_r 及び Φ_v に応じたレベルを有する電圧信号CPを、LPF560に供給する。LPF560は、電圧信号CPから高調波成分を除去するとともに電圧信号CPを直流化した直流電圧 V_r を、VCO520に供給する。この結果、VCO520は、位相差信号 Φ_r に応じた直流電圧 V_r が供給された場合には、発振周波数を高めて比較信号 f_v の位相を進めるよう作用する。反対に、位相差信号 Φ_v に応じた直流電圧 V_r が供給された場合には、発振周波数を低くして比較信号 f_v の位相を遅らせるように作用する。

【0008】

このように、PLLの負帰還回路が構成されることで、最終的には、基準信号 f_r と比較信号 f_v との間の位相差が生じなくなる。つまり、VCO520の発振出力 f_o の発振周波数は、所望の周波数にロックされた状態になる。

【0009】

従来のロック検出回路600は、こうしたロック状態を検出するための回路であり、NOR素子610、Dフリップフロップ（以下、FF）620、640、650、AND素子630から構成される。以下、従来のロック検出回路600の構成ならびに動作について、図6の回路図、図7のタイミングチャートをもとに説明する。

【0010】

なお、図7において、(a)はFF620、640に供給されるクロック信号、(b)はNOR素子610の出力、(c)はAND素子630の出力、(d)は最終段のFF650へのデータ入力、(e)は最終段のFF650の出力を表すこととする。

【0011】

NOR素子610は、位相差信号 Φ_r 及び Φ_v がともにLレベルの場合、つまり、基準信号 f_r と比較信号 f_v との間に位相差が生じない場合（ロック状態）や位相比較が行われない場合にHレベルを出力し、その他の場合（アンロック状態）ではLレベルを出力する（図7（b）参照）。

【0012】

FF620は、データ入力端子にはNOR素子610の出力が入力され、クロック入力端子には基準分周器510において所定分周されたクロック信号（図7（a）参照）が入力される。よって、FF620は、入力されたクロック信号の立ち上がりに応じて、NOR素子610の出力をラッチ（保持）する。

【0013】

AND素子630は、ラッチ前後のNOR素子610の出力の論理積を出力する。つまり、AND素子630は、NOR素子610の出力がロック状態を示すHレベルであり、且つ、FF620においてラッチされたレベルがHレベルのとき、Hレベルを次段のFF640のデータ入力端子に入力させる（図7（c）参照）。

【0014】

FF640は、データ入力端子にはAND素子630の出力が入力され、クロック入力端子にはFF620に入力されたものと同じクロック信号が入力される。よって、FF640は、入力されたクロック信号の立ち上がりに応じて、AND素子630の出力をラッチする。そして、このラッチされたAND素子630の出力を反転させた反転信号が、次段のFF650のデータ入力端子に入力される（図7（d）参照）。

【0015】

すなわち、FF640は、NOR素子610の出力がHレベルを示す期間が2サイクル未満の場合（図7（b）の期間 $t_c \sim t_e$ を参照）、反転出力としてHレベルを出力し、反対に、2サイクル以上の場合（図7（b）の期間 $t_i \sim t_o$ を参照）、反転出力としてLレベルを出力するのである。

【0016】

FF650は、クロック入力端子には、NOR素子610の反転出力が入力される。よって、FF650は、入力されたNOR素子610の反転出力の立ち上りに応じて、FF640の反転出力をラッチする。すなわち、FF650は、NOR素子610の出力がHレベルを示す期間が2サイクル未満の場合（図7（b）の期間 $t_c \sim t_e$ を参照）、Hレベルの反転出力をラッチし（図7（e）の時刻 t_e を参照）、反対に、2サイクル以上の場合（図7（b）の期間 $t_i \sim t_o$ を参照）、Lレベルの反転出力をラッチするのである（図7（e）の時刻 t_o を参照）。

【0017】

ここで、FF650においてLレベルがラッチされた場合、PLL回路がロック状態であるものとして判定される。よって、ロック状態の場合には、FF650から出力されるロック検出信号LDはLレベルとなる。反対に、FF650においてHレベルがラッチされた場合、PLL回路がアンロック状態であるものとして判定される。よって、アンロック状態の場合には、FF650から出力されるロック検出信号LDはHレベルとなる。

【特許文献1】特開平6-112818号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

図6に示したようなロック検出回路は、ロック状態を検出した後は（図7（e）の時刻 t_o を参照）、ロック状態が検出されたことを示すロック検出信号LD（Lレベル）が維持される。その後、PLL回路がアンロック状態となった場合には、ロック検出信号LDが適宜なタイミングでリセットされない限り、実際にはアンロック状態であるにも関わらずロック状態が検出されたままである。このため、ロック検出の精度が低下するという課題があった。

【0019】

さらに、図6において、ロック状態からアンロック状態へと切り替わった後（図7（e）の時刻 t_o を参照）、外乱ノイズの影響などによって基準信号 f_r もしくは比較信号 f_v にジッタが生じた結果、位相比較器の動作が不安定となり、位相差信号 Φ_r 及び Φ_v が、微小なパルス幅（例えば、一サイクル分）を有したヒゲ状のノイズとして現れる場合を考える。なお、アンロック状態へと切り替わった際には、NOR素子610、AND素子630の出力がLレベルとなり、クロック信号の立ち上りに応じて、FF640の反転出力がHレベルへと切り替わることとなる。

【0020】

この場合、NOR素子610の出力が、2サイクル未満の期間でHレベルを示すため（図7（e）の期間 $t_u \sim t_w$ を参照）、FF640の反転出力はHレベルを維持する。そして、FF650は、アンロック状態を示すHレベルをラッチすることとなる（図7（e）の時刻 t_w を参照）。すなわち、ロック検出信号LDがヒゲ状のノイズなどによって勝手にリセットされるため、ロック検出の精度の低下を招くという課題もあった。

【課題を解決するための手段】

【0021】

前述した課題を解決するための主たる本発明は、PLL回路の位相比較器から供給される位相差信号に基づいて、前記PLL回路がロック状態であるか否かを検出するロック検出回路において、前記位相差信号が前記位相差の発生を示さない場合には一方のレベルを有するとともに、前記位相差の発生を示す場合には他方のレベルを有した制御信号を出力する第1の回路と、前記制御信号をラッチする第2の回路と、前記ラッチされた制御信号が前記一方のレベルを所定の第1の期間示す場合、前記PLL回路がロック状態であることを示すロック検出信号を所定の第2の期間出力する第3の回路と、を有することとする。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、ロック検出の精度を向上させたロック検出回路およびロック検出方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

<ロック検出回路>

図1は、PLL回路を含めた本発明の一実施形態に係るロック検出回路の回路図である。なお、本実施形態のロック検出回路は、テレビ受信機、FM受信機、移動体通信機器など、PLL回路を搭載するとともにPLLのロック判定を必要とする全ての電子機器に対して採用される。また、本実施形態のロック検出回路は、PLL回路とは独立した集積回路あるいはバイポーラ回路として実施されてもよいし、PLL回路と併せて集積化された集積回路として実施されてもよい。

【0024】

=== PLL回路 ===

本発明の一実施形態に係るロック検出回路200がロック検出の対象とするPLL回路について、図1の回路図ならびに図2のタイミングチャートをもとに説明する。

【0025】

PLL回路は、基準分周器10、電圧制御発振器（以下、VCO）20、比較分周器30、位相比較器40、チャージポンプ50、ローパスフィルタ（以下、LPF）60と、を有する。なお、PLL回路は、通常、LPF60を除いて集積化されており、LPF60は外付けされる。

【0026】

基準分周器10は、発振クロック信号（以下、発振CLK）を所定分周数に応じて分周して、位相比較器40に基準信号 f_r を供給するための分周器である。なお、発振CLKは、水晶発振器などの発振回路において自励発振によって供給されてもよいし、外部からの他励発振によって供給されてもよい。

【0027】

VCO20は、印加電圧に応じて発振周波数が制御されるものである。通常、印加バイアス電圧に応じて静電容量が変化する可変容量ダイオードが採用される。なお、VCO20の発振出力 f_o は、PLL回路が組み込まれた電子機器の基準クロック信号として用いられる。

【0028】

比較分周器30は、VCO20の発振出力 f_o を所定分周数に応じて分周して、位相比較器40に比較信号 f_v を供給するための分周器である。なお、比較分周器30の分周数は、VCO20の発振出力 f_o として要求される発振周波数に応じて設定される。また、比較分周器30は、分周数が固定の固定分周器としてもよいし、任意に分周数を設定可能なプログラマブル分周器としてもよい。

【0029】

位相比較器40は、基準信号 f_r と比較信号 f_v の位相を比較する。位相比較器40は、基準信号 f_r の位相が比較信号 f_v の位相より進んでいるとき（図2（a）、（b）の期間 T_a を参照）、その位相差に応じた位相差信号 Φ_r （図2（c）の期間 T_a を参照）をチャージポンプ50に供給する。反対に、基準信号 f_r の位相が比較信号 f_v の位相より遅れているとき（図2（a）、（b）の期間 T_b を参照）、その位相差に応じた位相差信号 Φ_v （図2（d）の期間 T_b を参照）をチャージポンプ50に供給する。

【0030】

チャージポンプ50は、例えば、電源電圧VCCと接地GNDとの間に、PMOSFET及びNMOSFETを直列接続して構成される。なお、PMOSFETのゲート電極には位相差信号 Φ_r の反転信号が供給され、NMOSFETのゲート電極には位相差信号 Φ_v が供給される。また、PMOSFET及びNMOSFETの接続点に発生する電圧信号CPが、LPF60に供給される。

【0031】

すなわち、チャージポンプ50は、位相差信号 Φ_r 及び Φ_v がともにLレベルの場合、PMOSFET及びNMOSFETはともにOFFとなり、出力（PMOSFET及びNMOSFETの接続点）はハイ・インピーダンスを示す。また、位相差信号 Φ_r がHレベルおよび位相差信号 Φ_v がLレベルの場合、PMOSFETがONおよびNMOSFETがOFFとなり、電源電圧VCCに応じた電圧信号CPを出力する（図2（e）の期間 T_a を参照）。一方、位相差信号 Φ_r がLレベルおよび位相差信号 Φ_v がHレベルの場合、PMOSFETがOFFおよびNMOSFETがONとなり、接地GNDに応じた電圧信号CPを出力する（図2（e）の期間 T_b を参照）。

【0032】

LPF60は、電圧信号CPから高調波成分を除去するとともに電圧信号CPを直流化した直流電圧 V_r を、VCO20に供給する。この結果、VCO20は、位相差信号 Φ_r に応じた直流電圧 V_r が供給された場合には、比較信号 f_v の位相を進めるべく発振周波数を高めるよう作用する。反対に、位相差信号 Φ_v に応じた直流電圧 V_r が供給された場合には、比較信号 f_v の位相を遅らせるべく発振周波数が低くなるよう作用する。

【0033】

以上のような負帰還のPLL回路を構成することで、最終的には、基準信号 f_r と比較信号 f_v との間の位相差が生じなくなる。つまり、VCO20の発振出力 f_o の発振周波数は、所望の周波数にロックされた状態となるのである。

【0034】

===ロック検出回路===

ロック検出回路200は、NOR素子210、Dフリップフロップ（以下、FF）220、ロック判定回路230を有する。以下、ロック検出回路200の構成ならびに動作について、図1、図4のタイミングチャートをもとに説明する。なお、図4において、（a）はFF220及びロック判定回路230に供給される後述の分周CLK、（b）はNOR素子210から出力される後述の制御信号、（c）はFF220の出力、（d）はロッ

ク判定回路 2 3 0 から出力される後述のロック検出信号 L D を表すこととする。

【 0 0 3 5 】

N O R 素子 2 1 0 (『第 1 の回路』) は、位相差信号 Φ_r 及び Φ_v がともに L レベルの場合、つまり、基準信号 f_r と比較信号 f_v との間に位相差が生じない場合 (ロック状態) や位相比較を行わない期間に H レベル (『一方のレベル』) の制御信号を出力し、その他の場合 (アンロック状態) は L レベル (『他方のレベル』) の制御信号を出力する。なお、本実施形態では、N O R 素子 2 1 0 を採用したが、位相比較器 4 0 の仕様に応じて適宜な回路素子に変更されるものである。

【 0 0 3 6 】

F F 2 2 0 (『第 2 の回路』) は、データ入力端子には N O R 素子 2 1 0 から供給される制御信号が入力され、クロック入力端子には基準分周器 1 0 において発振 C L K を所定分周した分周クロック信号 (以下、分周 C L K) が位相反転されて供給される。よって、F F 2 2 0 は、入力された分周 C L K の立ち下がりに応じて、N O R 素子 2 1 0 から供給される制御信号をラッチする。

【 0 0 3 7 】

例えば、F F 2 2 0 は、図 4 (b) の期間 ($t_a \sim t_b$) に示すように、基準信号 f_r と比較信号 f_v との間に位相差が生じないロック状態の場合、図 4 (b) の期間 ($t_a \sim t_b$) に相当する期間分 H レベル (『一方のレベル』) をラッチする (図 4 (c) を参照)。また、図 4 (b) の期間 ($t_b \sim t_d$) に示すように、アンロック状態の場合には図 4 (b) の期間 ($t_b \sim t_d$) に相当する期間分 L レベル (『他方のレベル』) をラッチする (図 4 (c) を参照)。

【 0 0 3 8 】

ロック判定回路 2 3 0 (『第 3 の回路』) は、F F 2 2 0 においてラッチされた制御信号が H レベルを所定の第 1 の期間示す場合、ロック状態が検出されたことを示すロック検出信号 L D を、F F 2 2 0 においてラッチされた制御信号が H レベルを示す期間に相当する所定の第 2 の期間だけ、出力するものである。

【 0 0 3 9 】

なお、第 1 の期間としては、例えば、F F 2 2 0 においてラッチされたヒゲ状のノイズに基づいてロック判定が行われないように、F F 2 2 0 のラッチタイミング (分周 C L K の立ち下がり) が複数回発生するまでの期間、つまり、分周 C L K の複数サイクルが設定される。

【 0 0 4 0 】

また、第 2 の期間とは、F F 2 2 0 においてラッチされた制御信号が H レベルを示す期間と等しくする他、例えば、分周 C L K の一サイクル (一パルス) としてもよい。なお、分周 C L K の一サイクルだけ出力する場合、ロック検出信号 L D の所定の受信回路側において、F F 2 2 0 においてラッチされた制御信号が H レベルを示す期間だけ、受信したロック検出信号 L D をラッチするラッチ回路を設けておく必要がある。

【 0 0 4 1 】

ここで、基準信号 f_r もしくは比較信号 f_v にジッタが発生するなど、位相比較器 4 0 において位相差が収束せずに不安定な状態である場合、微小な H レベルのパルス幅を有した位相差信号 Φ_r 及び Φ_v (ノイズ) が発生することとなる。このとき、N O R 素子 2 1 0 の出力である制御信号が L レベルとなり、ひいては、F F 2 2 0 が L レベルをラッチする恐れがある。しかしながら、ロック判定回路 2 3 0 は、F F 2 2 0 で一サイクル分のみラッチされた制御信号のレベルに基づいてロック／アンロックの誤った判定を行うことがないため、ロック検出の精度が向上することとなる。

【 0 0 4 2 】

また、ロック検出信号 L D は第 2 の期間だけ出力される。すなわち、ロック検出信号 L D は、第 2 の期間後には必ずリセットされるため、従来の場合のように、実際の状態にそぐわないロック検出信号 L D が出力されることがなくなる。

【 0 0 4 3 】

<ロック判定回路>

===カウンタ方式===

本発明の一実施形態に係るカウンタ方式のロック判定回路 230 の構成ならびに動作について、図 3 の回路図ならびに図 4 のタイミングチャートをもとに説明する。

【0044】

なお、カウンタ方式のロック判定回路 230 とは、FF 220 においてラッチされた制御信号が連続して H レベルを示す期間を計測し、その計測した期間が所定の第 1 の期間を超える場合にロック検出信号 LD を、FF 220 においてラッチされた制御信号が H レベルを示す第 2 の期間出力するものである。ここで、ロック判定の基準となる第 1 の期間が適宜な期間に設定されることで、ロック／アンロックの判定を精度良く且つ効率的に行えることとなる。

【0045】

図 3 は、第 1 の期間として分周 CLK の 2 サイクルを設定した場合の回路構成例である。なお、図 3 において、(a) は基準分周器 10 から供給される分周 CLK、(c) は FF 220 の出力、(d) はロック検出信号 LD を表すこととする。

【0046】

カウンタ方式のロック判定回路 230 は、共通の分周 CLK によって同期させた FF 231、233、234、237 と、E x O R (排他的論理和) 素子 232、235 と、ゲート素子 236、によって構成される。

【0047】

FF 231 は、データ入力端子に FF 220 の出力が入力され、クロック入力端子に分周 CLK が入力される。よって、FF 231 は、分周 CLK の立ち上りに応じて、FF 220 の出力をラッチする (図 4 (g) を参照)。

【0048】

E x O R 素子 232 は、FF 231 の入力と出力の状態、すなわち FF 231 におけるロック／アンロックの状態の切り替わりを監視しており、FF 231 の入力と出力の状態が同じ場合には L レベル、異なる場合には H レベルを出力する (図 4 (f) を参照)。ここで、FF 231 の入力と出力の状態変化のタイミングは、分周 CLK の 1/2 サイクル分位相がずれているため、E x O R 素子 232 からリセット信号として H レベルが出力される期間は、分周 CLK の 1/2 サイクルである。なお、E x O R 素子 232 の出力は、FF 233、234 の状態をリセットするためのリセット信号 (出力が H レベルの場合) として用いられる。

【0049】

FF 233、E x O R 235、FF 234 を組み合わせて構成される論理回路 (233、234、235) は、E x O R 素子 232 からリセット信号を受信してから分周 CLK の 1/2 サイクル後にリセット信号が解除された後、分周 CLK の 2 サイクル分時刻が経過したときには、H レベルを出力する。この後、つぎのリセット信号を受信するまでの間、FF 234 から H レベルもしくは L レベルを出力する (図 4 (h) を参照)。なお、リセット信号が解除された後、分周 CLK の 2 サイクル分時刻が経過する前につぎのリセット信号を受信する場合には、FF 234 は H レベルを出力せずに L レベルの出力を維持する。すなわち、論理回路 (233、234、235) は、FF 231 におけるロック／アンロックの状態が、分周 CLK の $(1/2 + 2)$ サイクルの期間、継続するか否かを監視するものである。

【0050】

例えば、図 4 (h) に示すように、時刻 t_e においてリセット信号が解除された後、分周 CLK の 2 サイクル分経過後の時刻 t_g において、L レベル出力から H レベル出力へと切り替わる。そして、時刻 t_h から分周 CLK の 1/2 サイクル後つぎのリセット信号が入力されて、H レベル出力からもとの L レベル出力へと切り替わるのである。

【0051】

ゲート素子 236 と FF 237 を組み合わせて構成される論理回路 (236、237)

は、FF234の出力がLレベルとなる場合にはFF237の出力として前の状態を保持する。一方、FF234の出力がHレベルとなる場合には、FF237は、分周CLKの立ち上りでFF231の出力をラッチする。ここで、FF237においてHレベルがラッチされた場合、PLL回路がロック状態であるものと判定される。よって、ロック状態の場合には、FF237から出力されるロック検出信号LDはHレベルとなる。反対に、FF237においてLレベルがラッチされた場合、PLL回路がアンロック状態であるものと判定される。よって、アンロック状態の場合には、FF237から出力されるロック検出信号LDはLレベルとなる。

【0052】

すなわち、論理回路(236、237)は、FF231におけるロック/アンロックの状態が分周CLKの $(1/2+2)$ サイクルの期間継続しない場合には、ロック検出信号LDのレベルを維持することとなる。また、論理回路(236、237)は、FF231におけるロック/アンロックの状態が分周CLKの $(1/2+2)$ サイクルの期間を超えて継続する場合には、ロック検出信号LDをその継続したロック/アンロックの状態を示すレベルへと切り替える。そして、切り替わったロック検出信号LDのレベルは、そのレベルが示すロック/アンロックの状態が継続する期間分維持されることとなる。

【0053】

このため、例えば、位相比較器40においてヒゲ状のノイズが発生する場合や、ロック/アンロックの状態が短い期間である場合であっても、ロック検出信号LDのレベルが変化しないため、ロック/アンロックの誤った判定が行われることはない。よって、ロック(もしくはアンロック)検出の精度が向上することとなる。

【0054】

なお、前述した実施形態において、カウンタ方式のロック判定回路230において用いられるクロック信号は、FF220においてラッチの際に用いたクロック信号の位相を反転させた信号を用いることが好ましい。なぜなら、FF220においてヒゲ状のノイズがラッチされた場合に、そのラッチタイミングでロック判定回路230内部にノイズが伝播されることを防ぐことができるからである。

【0055】

また、前述した実施形態において、カウンタ方式のロック判定回路230において用いられるクロック信号と、FF220においてラッチの際に用いられるクロック信号は、同一のクロック源から生成されることが好ましい。なぜなら、前述したとおり、ロック検出信号LDがHレベルとなる期間を、FF220においてラッチされた制御信号がHレベルを示す期間と常に一致させるためである。

===多数決方式===

本発明の一実施形態に係るロック判定回路230としては、多数決方式を採用することもできる。なお、多数決方式とは、所定の判定期間内において、ロック状態を示す期間と、アンロック状態を示す期間のうち、いずれか長い方が示す状態をロック検出信号LDとして出力するものである。

図1において、多数決方式のロック判定回路230は、例えば、分周CLKの複数サイクル内において、FF220においてラッチされた制御信号がHレベル(ロック状態)を示す期間が、FF220においてラッチされた制御信号がLレベル(アンロック状態)を示す期間を超える場合に、Hレベルのロック検出信号LDを出力するように構成される。

【0056】

図5は、多数決方式のロック判定回路230を実現する一回路例である。なお、図5において、(a)はロック判定回路230に供給される分周CLK、(c)はFF220の出力、(d)はロック検出信号LDを表すこととする。

【0057】

多数決方式のロック判定回路230は、共通の分周CLKによって同期させたFF241、242、243、245と、AND-OR素子244によって構成される。

【0058】

FF241は、データ入力端子にFF220の出力が入力され、クロック入力端子に分周CLKが入力される。よって、FF231は、分周CLKの立ち上りに応じて、FF220の出力をラッチする。同様に、FF242、243では、分周CLKの立ち上りに応じて、FF241においてラッチされたデータが、順次シフトされることとなる。

【0059】

ここで、FF241の出力を“ $F(t-2)$ ”、FF242の出力を“ $F(t-1)$ ”、FF243の出力を“ $F(t)$ ”と表した場合、AND-OR素子244の出力は、“ $F(t) \times F(t-1) + F(t) \times F(t-2) + F(t-1) \times F(t-2)$ ”となる。つまり、AND-OR素子244は、分周CLKの3サイクル内において、FF241に入力されたデータが、1.5サイクル（3サイクルの $1/2$ ）よりも大きい2サイクル以上Hレベルを示す場合に、Hレベルを出力するのである。

【0060】

FF245は、データ入力端子にAND-OR素子244の出力が入力され、クロック入力端子に分周CLKが入力される。よって、FF245は、分周CLKの立ち上りに応じて、AND-OR素子244の出力をラッチする。

【0061】

FF245においてHレベルがラッチされた場合、PLL回路がロック状態であるものと判定される。よって、ロック状態の場合、FF245から出力されるロック検出信号LDはHレベルとなる。反対に、FF245においてLレベルがラッチされた場合、PLL回路がアンロック状態であるものと判定される。よって、アンロック状態の場合には、FF245から出力されるロック検出信号LDはLレベルとなる。

【0062】

このように、多数決方式では、カウンタ方式とは異なり、所定の判定期間内において、ロック／アンロック状態を示す期間が不連続な場合であっても適宜な判定が行えることとなる。また、カウンタ方式では、ロック状態を示す期間を第1の期間分計数するまでは、ロック検出信号LDが確定しないのとは比べ、多数決方式では、所定の判定期間の $1/2$ 期間ロック状態を示す期間が検出された場合には、ロック検出信号LDが確定することとなる。このため、カウンタ方式と比べて、ロック検出信号LDが確定するまでの時間を短縮できる。

【0063】

===重み付け方式===

本発明の一実施形態に係るロック判定回路230としては、重み付け方式を採用することとできる。なお、重み付け方式とは、所定の判定期間内（例えば、10サイクル内）において、ロック状態を示す期間が所定の第1の期間（例えば、8サイクル）を超える場合に、ロック状態であることを示すロック検出信号LDを出力するものである。

【0064】

図1において、重み付け方式のロック判定回路230は、例えば、所定の判定期間内において、FF220においてラッチされた制御信号がHレベル（ロック状態）を示す期間が、所定の判定期間よりも短く設定された所定期間を超える場合に、Hレベルのロック検出信号LDを出力するように構成される。

【0065】

図5に対する視点を変えて、重み付け方式のロック判定回路230を実現する回路構成例を説明する。すなわち、図5に示すロック判定回路230は、分周CLKの3サイクルの判定期間内において、ロック状態を示す期間が2サイクル以上となる場合に、ロック状態であることを示すロック検出信号LDを出力する。よって、図5に示すロック判定回路は、所謂、重み付け方式のロック判定回路といえる。

【0066】

このように、重み付け方式では、多数決方式と同様に、所定の判定期間内において、ロック／アンロック状態を示す期間が不連続な場合であっても適宜な判定が行えることとなる。また、カウンタ方式では、ロック状態を示す期間を第1の期間分計数するまでは、ロ

ック検出信号LDが確定しないのと比べ、重み付け方式では、所定の判定期間よりも短く設定した第1の期間、ロック状態を示す期間が検出された場合、ロック検出信号LDが確定する。このため、重み付け方式では、カウンタ方式ならびに多数決方式と比べて、ロック検出信号LDが確定するまでの時間を短縮できる。また、判定基準となる所定期間を適宜な値に設定することで、多数決方式よりもロック判定の精度が向上することとなる。

【0067】

以上、本実施の形態について説明したが、前述した実施例は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更/改良され得るととともに、本発明にはその等価物も含まれる。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】本発明の一実施形態に係るPLL回路を含めたロック検出回路の回路図である。

【図2】本発明の一実施形態に係るPLL回路の動作を説明するタイミングチャートである。

【図3】本発明の一実施形態に係るカウンタの回路図である。

【図4】本発明の一実施形態に係るロック検出回路の動作を説明するタイミングチャートである。

【図5】本発明の一実施形態に係る多数決回路もしくは重み付け回路の回路図である。

。

【図6】従来のPLL回路を含めたロック検出回路の回路図である。

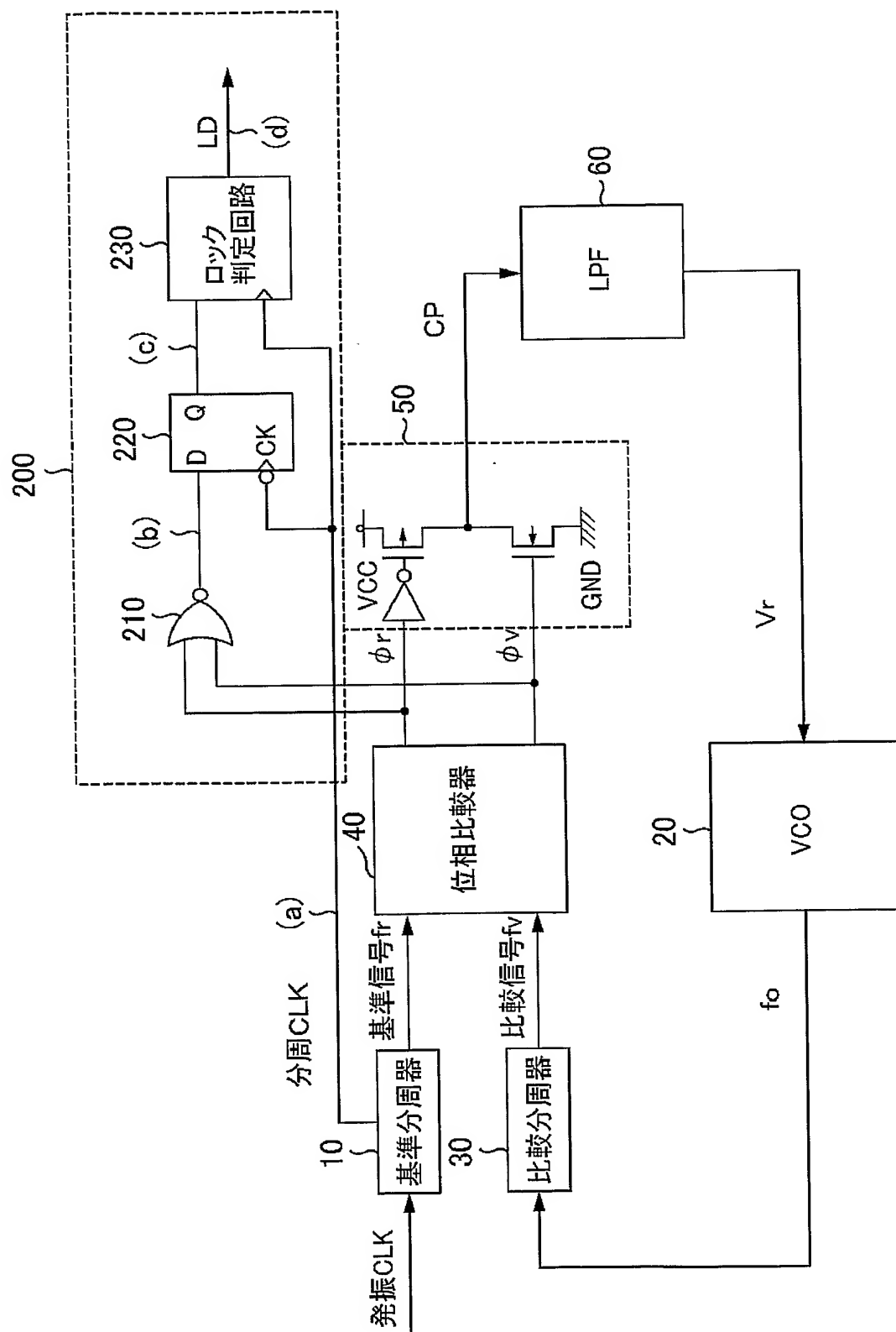
【図7】従来のロック検出回路の動作を説明するタイミングチャートである。

【符号の説明】

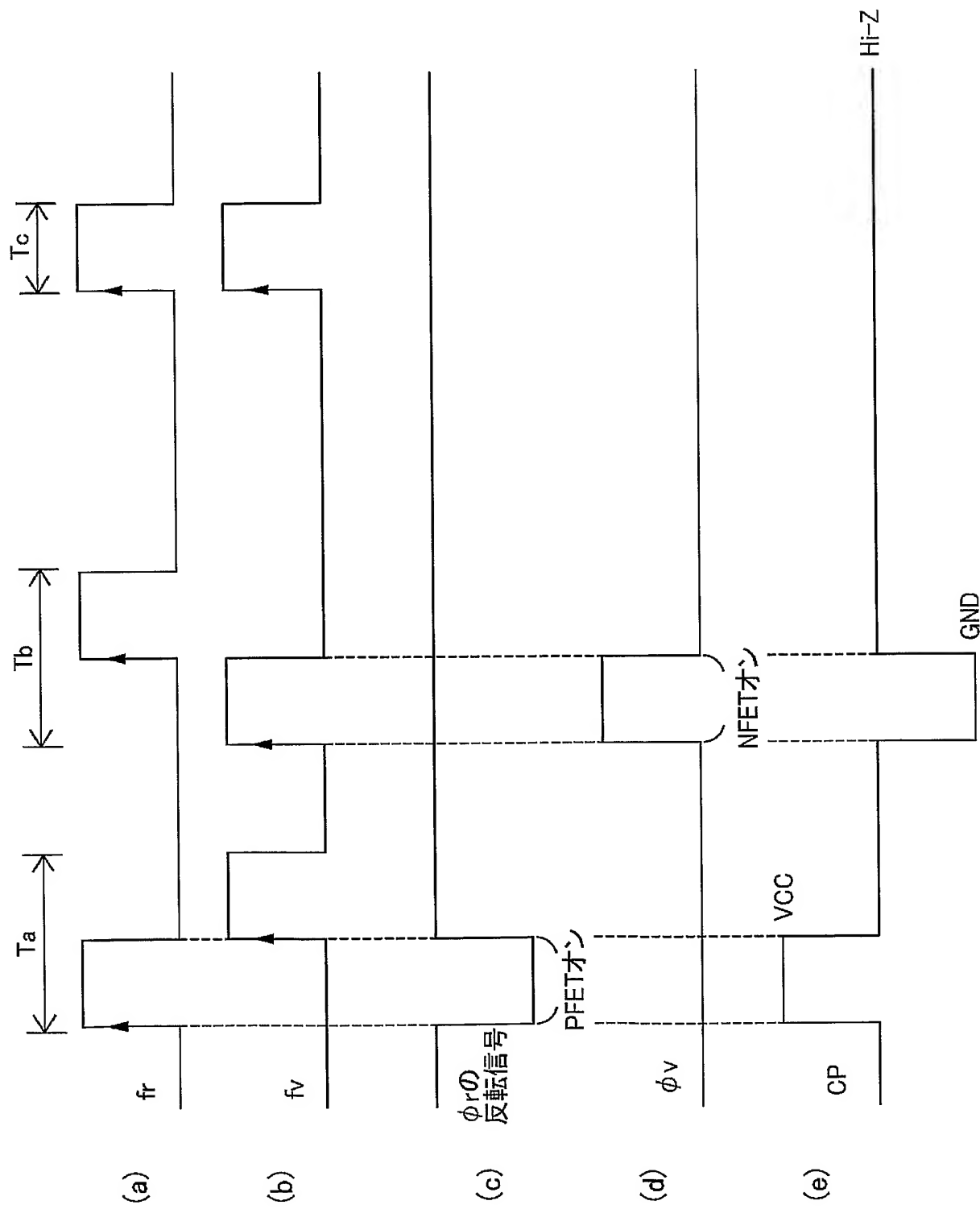
【0069】

- 10、510 基準分周器
- 20、520 電圧制御発振器
- 30、530 比較分周器
- 40、540 位相比較器
- 50、550 チャージポンプ
- 60、560 ローパスフィルタ
- 100 PLL回路
- 200、600 ロック検出回路
- 210、610 NOR素子
- 220、620、640、650 Dフリップフロップ
- 230 ロック判定回路
- 630、AND素子
- 231、233、234、237 Dフリップフロップ
- 232、235 EXOR素子
- 236 ゲート素子
- 241、242、243、245 Dフリップフロップ
- 244 AND-OR素子
- 300 CPU
- 400 DSP

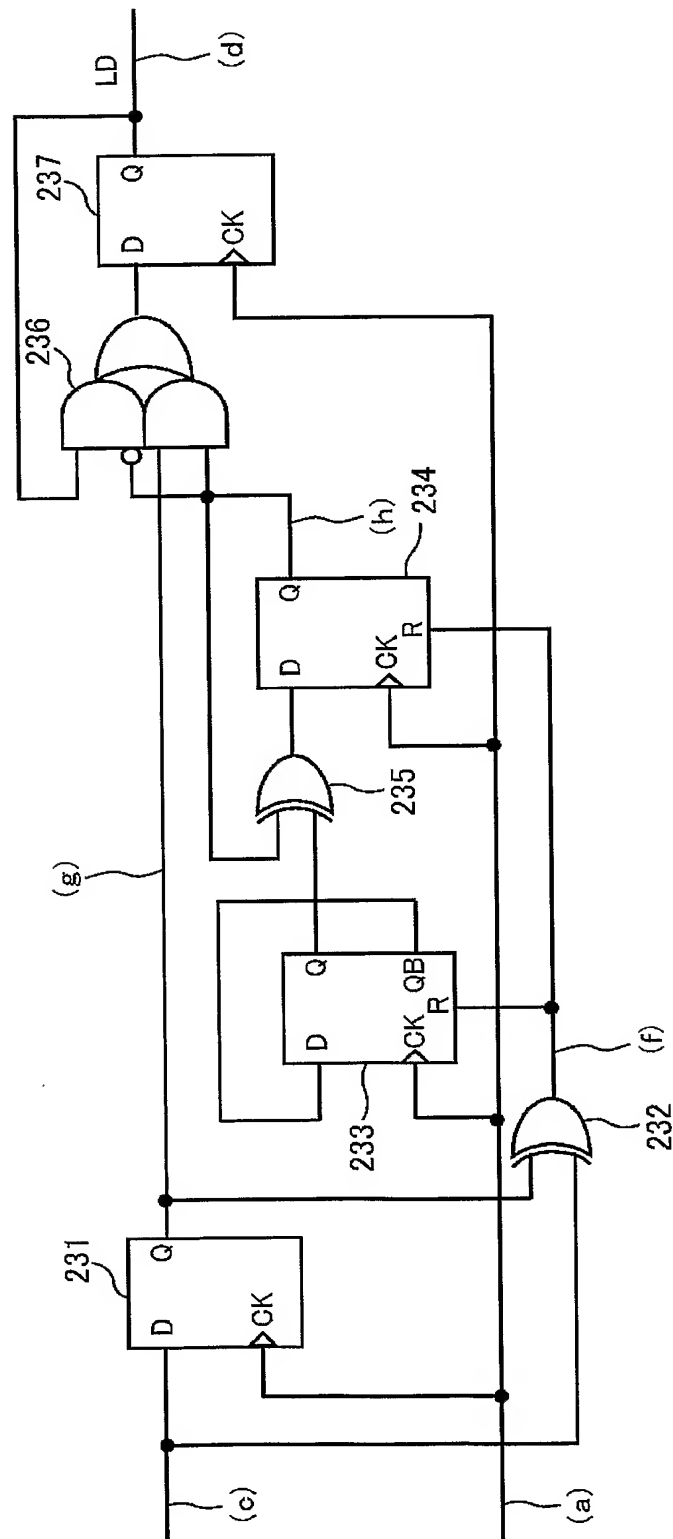
【書類名】 図面
【図 1】



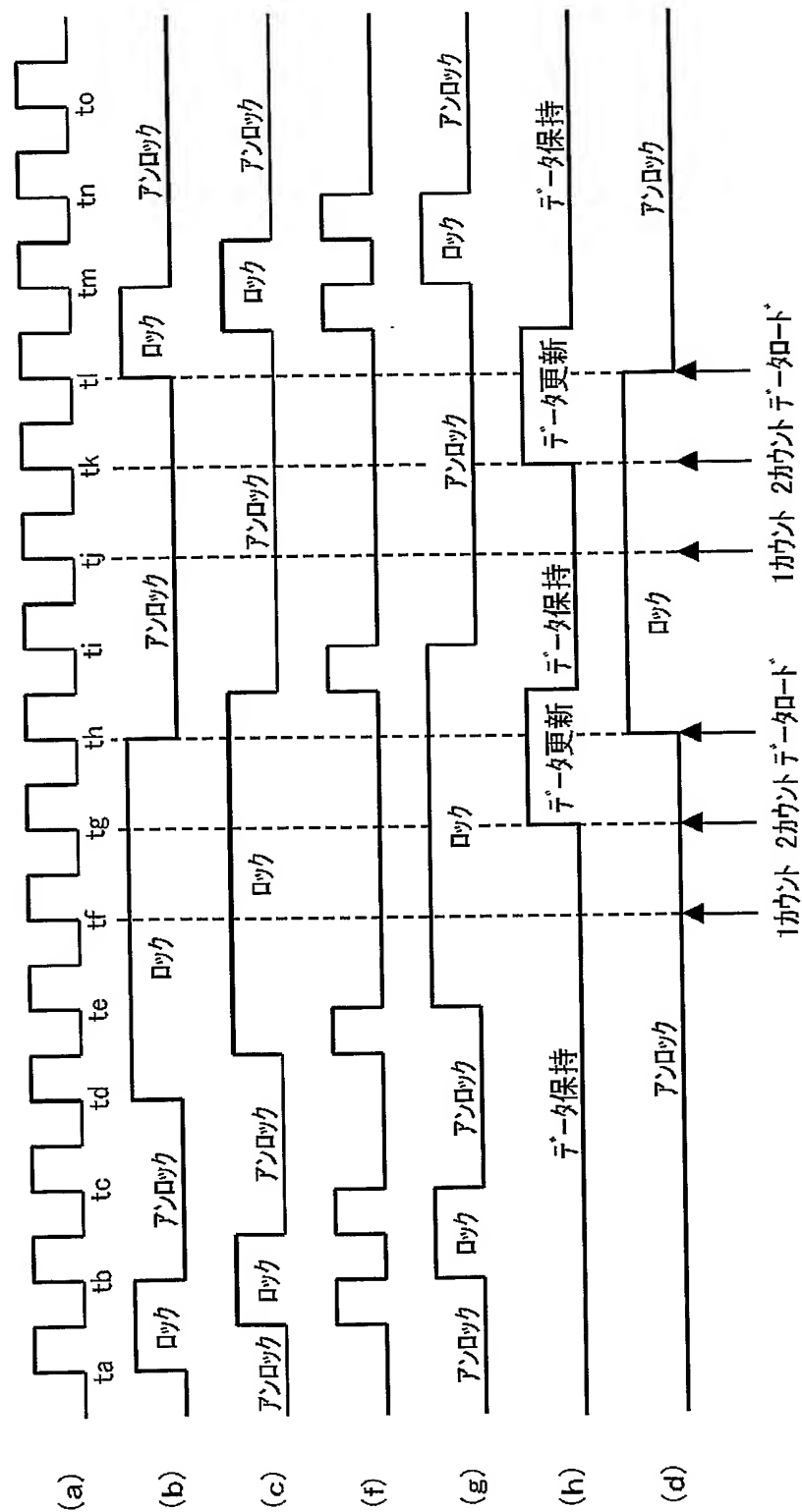
【図 2】



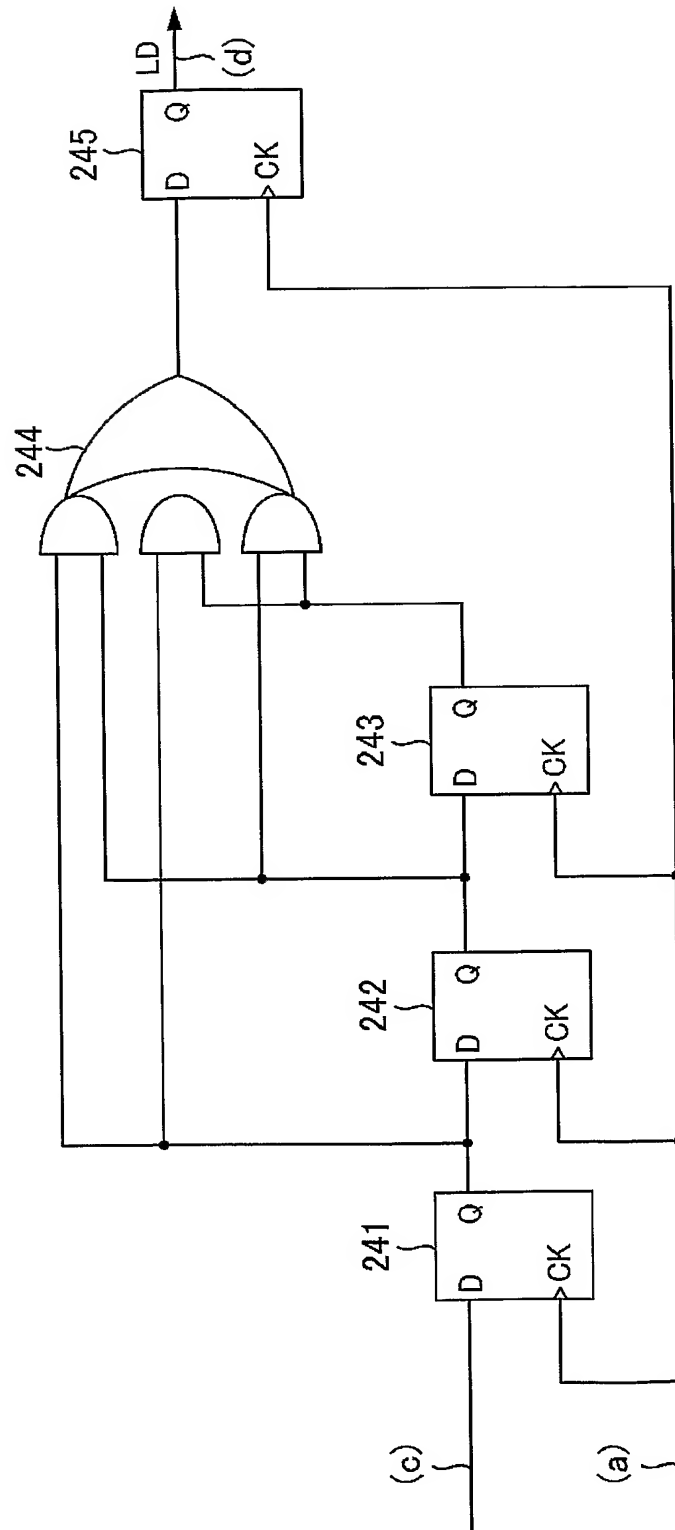
【図 3】



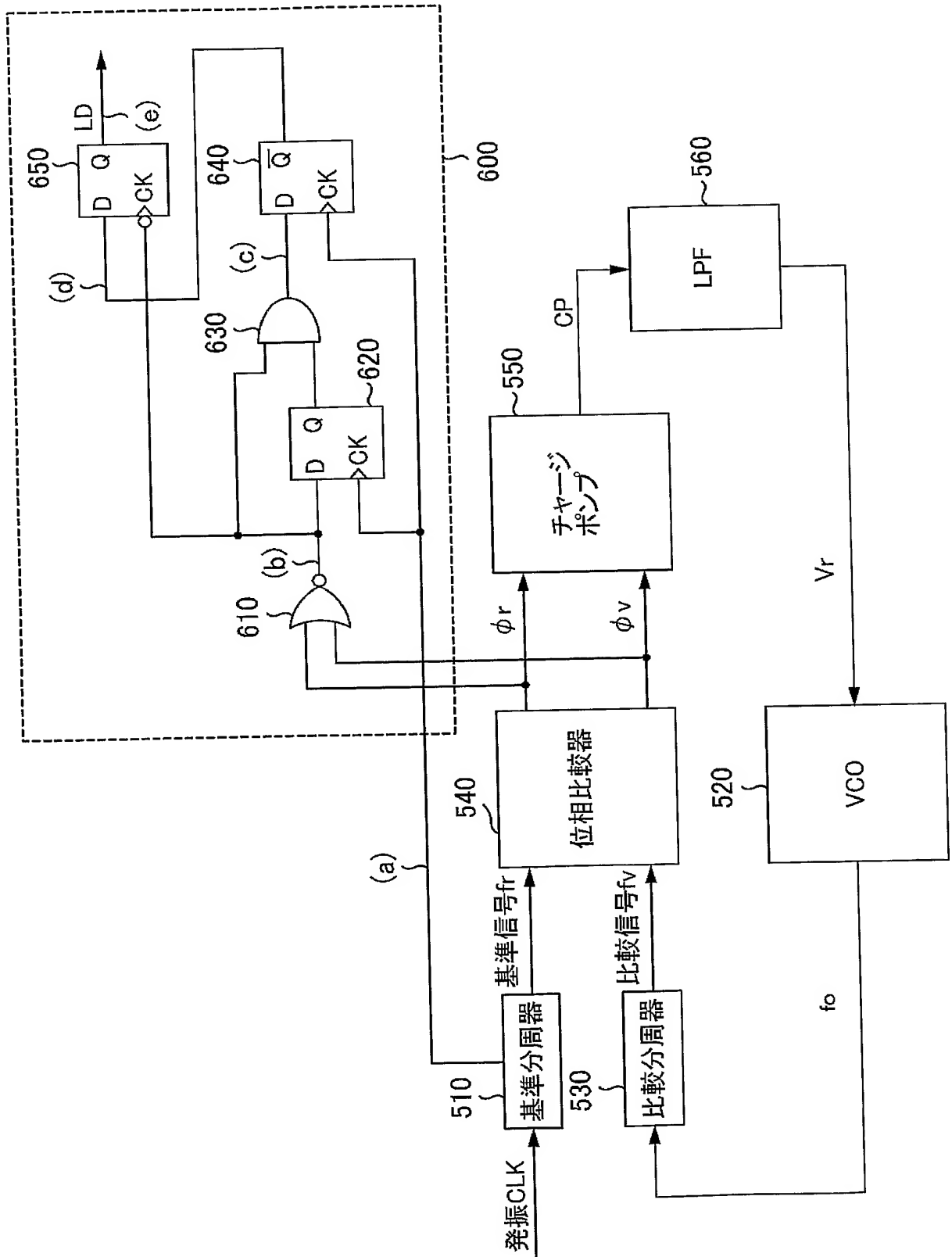
【図 4】



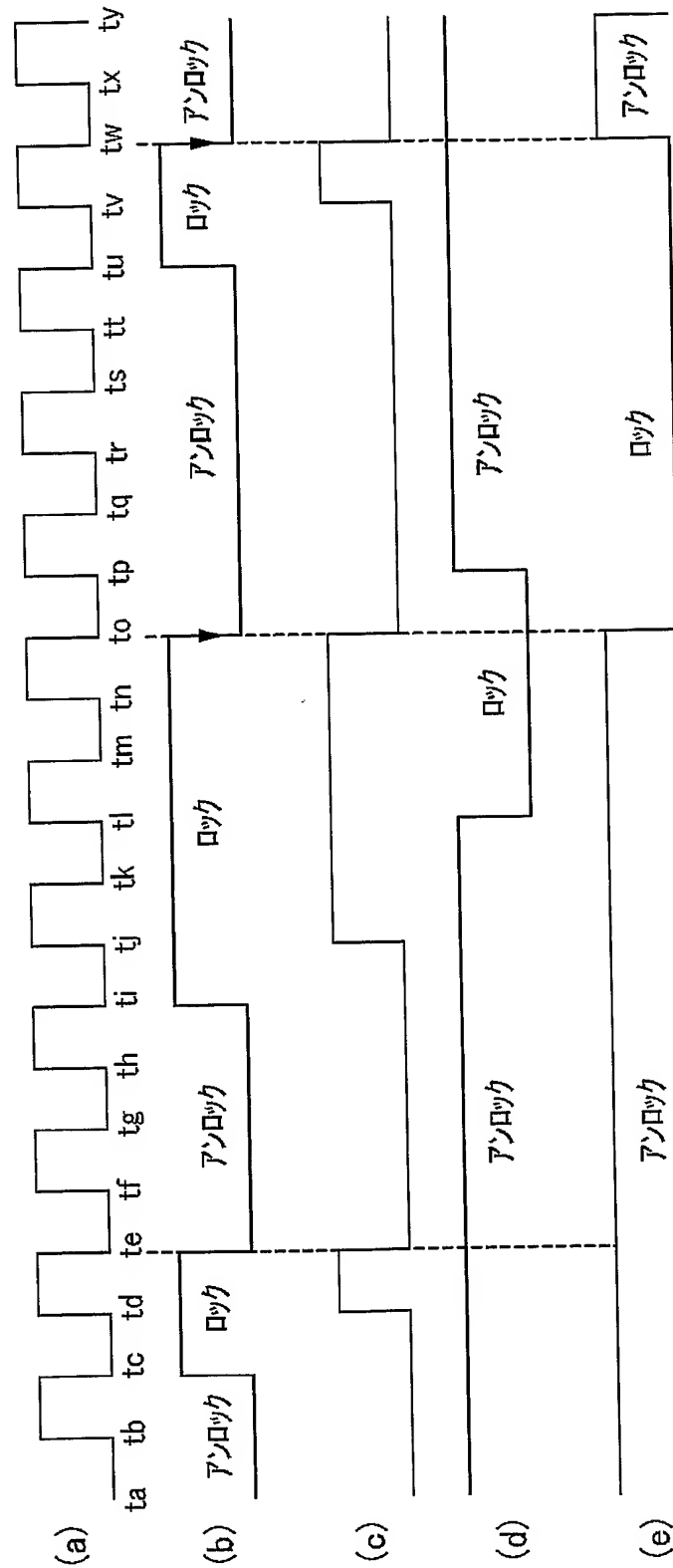
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ロック検出の精度を向上させる。

【解決手段】 PLL 回路の位相比較器から供給される位相差信号に基づいて前記 PLL 回路がロック状態であるか否かを検出するロック検出回路において、前記位相差信号が前記位相差の発生を示さない場合には一方のレベルを有するとともに、前記位相差の発生を示す場合には他方のレベルを有した制御信号を出力する第 1 の回路と、前記制御信号をラッチする第 2 の回路と、前記ラッチされた制御信号が前記一方のレベルを所定の第 1 の期間示す場合、前記 PLL 回路がロック状態であることを示すロック検出信号を所定の第 2 の期間出力する第 3 の回路と、を有する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 5 7 5 2 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 8 8 9]

1. 変更年月日

1 9 9 3 年 1 0 月 2 0 日

[変更理由]

住所変更

住 所

大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号

氏 名

三洋電機株式会社